



**I Международная
научно-практическая
конференция
ЯДЕРНЫЕ ЗНАНИЯ В XXI ВЕКЕ
Сборник научных трудов**

**26 ноября 2025 года
Минск, Беларусь**



ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЯДЕРНЫМИ ЗНАНИЯМИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В широком ряду средств информационного обеспечения ядерной и радиационной безопасности особое место занимают электронные базы фактографических данных, сочетающие свойства своеобразных «складов готовой продукции» и новых оригинальных средств собственно научных исследований. Огромные массивы информации современных электронных баз данных (БД) и гибкое программное обеспечение открывают перед пользователями практически неограниченные возможности поиска конкретных данных, позволяя подойти ко всей совокупности накопленных данных с единой точки зрения и впервые сформулировать к этой совокупности данных вопросы, для которых без этих возможностей не было никаких оснований. Ответы на такие вопросы, полученные впервые, представляют собой, по существу, новые данные, новую информацию, а в конечном счете — новое знание. Зачастую даже относительно простая системная обработка известных результатов обнаруживает (точнее — «выявляет») принципиально новую физическую информацию, которая ранее отсутствовала (по крайней мере, в явном виде). Прежде всего это относится к возможностям выявления неизвестных ранее систематических погрешностей результатов разных экспериментов, установлению неизвестных ранее закономерностей в таких результатах, получения точных и надежных данных на основе взаимной оценки результатов различных экспериментов с учетом их систематических погрешностей, возможностям оценки результатов экспериментов, которые не были (или не могут быть в принципе) проведены.

На создании, развитии, уточнении и поддержании таких БД уже много лет специализируются следующие ведущие международные, в том числе российские и белорусские научные учреждения:

- Секция ядерных данных Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) <https://www-nds.iaea.org/>;
- The OECD Nuclear Energy Agency (NEA) <https://oecd-neo.org/>;
- The National Nuclear Data Center (NNDC) Брукхэвенской национальной лаборатории (США) <http://www.nndc.bnl.gov/>;
- China Nuclear Data Center, China Institute of Atomic Energy https://en.cnnc.com.cn/2020-06/17/c_501119.htm;
- Japanese Evaluated Nuclear Data Library <https://wwwndc.jaea.go.jp/>;
- Центр данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) НИИЯФ имени Д.В.Скобельцына МГУ им. М.В.Ломоносова (Россия) <http://cdfc.sinp.msu.ru/>;

- Центр ядерно-физических данных Института ядерной и радиационной физики РФЯЦ-ВНИИЭФ (Россия) <https://vniief.ru/partnership/nucleardatacenter/>;
- Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ») <https://www.ippe.ru/nuclear-power/nuclear-data-services>;
- Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (ИБРАЭ РАН) <http://www.ibrae.ac.ru/contents/research/>;
- Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси <https://sosny.bas-net.by/>.

Также в интернете есть много сайтов, в том числе различных научных учреждений, которые содержат ссылки на сайты МАГАТЭ и OECD.

В настоящее время по инициативе МАГАТЭ продолжается создание актуальных и полных банков и баз оцененных данных в области атомной и ядерной физики. Под эгидой Секции ядерных данных МАГАТЭ, как ведущего мирового форума научно-технического сотрудничества в области мирного использования ядерных технологий, функционируют международные сети центров атомных и ядерных данных, которые позволяют обеспечить высокую степень согласованности деятельности основных центров данных во всем мире.

МАГАТЭ, обладая обширными базами оцененных атомных и ядерных данных, предоставляет в онлайн-режиме доступ к численной информации по свойствам атомных ядер, характеристикам ядерных реакций и радиоактивных распадов, которая эффективно применяется для решения широкого класса задач прикладных и фундаментальных исследований в энергетической и неэнергетической сферах, для разработки различных практических приложений, а также в образовательном процессе.

Укажем некоторые сайты с данными и калькуляторами, которые могут быть полезны при выполнении ядерно-физических расчетов:

- Сервис компьютерных программ – Computer Program Services (CPS) <https://oecd-nea.org/dbcps/> занимается обменом и сохранением знаний в области ядерной науки и технологий, уделяя особое внимание компьютерным программам в банке данных NEA. Здесь даются ссылки на следующие программы и БД, которые доступны по специальному запросу:
- [ICSBEP/DICE \(criticality safety\)](#) – БД для Международного справочника по контрольным экспериментам по критичности с оценкой безопасности;
- [IFPE \(fuel performance\)](#) – БД экспериментам с характеристиками ядерного топлива для целей разработки и проверки кода;
- [IRPHE/IDAT \(reactor physics\)](#) – База данных и инструмент анализа Международного справочника по физике реакторов;

- [ISOE \(occupational exposure\)](https://www.isoe-network.net/) (<https://www.isoe-network.net/>) – Информационная система о профессиональном воздействии;
- [JANIS \(nuclear data visualisation\)](#) – (программное обеспечение для ядерной информации на основе Java) представляет собой программу отображения, предназначенную для облегчения визуализации и обработки ядерных данных, предлагает максимальную гибкость для сравнения различных наборов ядерных данных;
- [NDAST \(nuclear data sensitivity\)](#) – программное обеспечение на основе Java, предназначенное для выполнения расчетов файлов конфиденциальности ядерных данных для контрольных случаев: оценки влияния возмущений ядерных данных на результаты вычислений и/или; вычисление неопределенности в результатах вычислений из-за оцененных данных ядерной ковариации;
- [SFCOMPO \(spent fuel composition\)](#) – БД измеренных изотопных концентраций отработавшего ядерного топлива с историями эксплуатации и проектными данными;
- [SINBAD \(radiation shielding and dosimetry\)](#) – БД экспериментов по радиационной защите и дозиметрии, предназначенная для проверки и бенчмаркинга компьютерных кодов и ядерных данных, используемых для решения проблем переноса и защиты излучения.

РОСФОНД – РОСсийская библиотека Файлов Оцененных Нейтронных Данных <https://www.ippe.ru/reactors/reactor-constants-datacenter/rosfond-neutron-database>. Это компиляция современных оценок нейтронных сечений и законов рассеяния для более чем 680 материалов (нуклидов – отдельных изотопов и элементов) на основе их тщательного сравнительного анализа и верификации в расчетах многочисленных интегральных бенчмарк-экспериментов. Доступная версия РОСФОНД-2010 в формате zip (249 Мб.) содержит оцененные нейтронные данные для всех стабильных и радиоактивных ядер и находится в открытом доступе, в том числе на сайте МАГАТЭ.

Состав библиотеки:

- 686 файлов данных для отдельных изотопов и элементов;
- 20 файлов – законы рассеяния тепловых нейтронов;
- 100 текстовых файлов с описаниями обоснований принятых оценок.

Также важны сайты с разнообразными физическими данными. Рассмотрим сайт Particle Data Group <https://pdg.lbl.gov/>, где в свободном доступе на основании лицензии CC BY-NC 4.0 размещены свежие данные Обзора физики частиц 2025 г. - S. Navas et al. (Particle Data Group), Phys. Rev. D 110, 030001 (2024) and 2025 update.

Обзор Review of Particle Physics обновляется ежегодно и публикуется каждые два года в журнале. Он включает в себя компиляцию и оценку измерений свойств известных элементарных частиц и подводит итоги поисков новых гипотетических частиц. За более чем 60 лет с тех пор, как PDG начала свою деятельность с публикации первых бумажных карточек (WH Barkas and AH

Rosenfeld, UCRL-8030), Review of Particle Physics стал одной из самых цитируемых публикаций по физике элементарных частиц.

Он-лайн калькулятор Universal Decay Calculator <https://www.wise-uranium.org/rcc.html> позволяет рассчитать радиоактивный распад 838 нуклидов, включая вращение и распад их дочерних продуктов.

Также следует отметить страницу <http://xn--80ahadac6cdays6j5b.xn--p1ai/> Ядерные данные.РФ, которая содержит справочник «Ядерные данные для расчета реакторов и защиты».

Цели международной деятельности мировых научных центров в области ядерно-физических данных кратко можно сформулировать следующим образом:

- константное обеспечение научно-технических разработок;
- компиляция экспериментальных данных и передача в международные библиотеки (EXFOR и др.);
- разработка специализированных баз данных;
- выполнение работ по оценке сечений ядерных реакций;
- совершенствование существующего программного обеспечения по обработке ядерных данных;
- участие в координации работ национальных центров ядерных данных.

Отметим наличие других важных и интересных сервисов, которые должны периодически отслеживаться и при появлении на которых новой информации на портале должны размещаться соответствующие свежие ссылки. Это, например, сайт <https://x-server.gmca.aps.anl.gov/> под эгидой Аргонской национальной лаборатории США (Argonne National Laboratory), который предоставляет бесплатный онлайн-доступ к некоторым программам анализа рентгеновских данных, разработанным для исследований рентгеновской дифракции и рассеяния на материалах.

Из сделанного обзора видно, что большая часть доступной в мире информации по ядерно-физическим данным и основным ядерным константам (фактически огромная Вселенная таких данных) размещена на английском языке. На русском языке имеется только информация российских и белорусских сайтов.

С другой стороны понятно, что наличие описаний и информации на русском языке важно с точки зрения лучшего ее понимания и читабельности, особенно для студентов профильных специальностей в рамках образовательного процесса белорусских вузов.

Помимо этого, огромное число интернет-ресурсов с общедоступными библиотеками и банками ядерно-физических данных изобилует многочисленными, часто дублирующимися и порой недействительными ссылками. Это требует отдельной работы по их систематизации и выделению единого списка актуальных ссылок.

С целью организации своеобразного навигатора по Вселенной ядерно-физических данных создан раздел «Данные и анализ» (<https://belnet.by/elib/?i=124>) – специальная веб-страница ядерно-физических данных и основных ядерных констант в рамках научно-образовательного пор-

тала ядерных знаний BelNET. В настоящий момент число размещенных здесь материалов составляет 250 записей. Раздел «Данные и анализ» имеет следующую структуру:

Данные и анализ

- Типы ядерно-физических данных (30 записей)
- Основные базы ядерно-физических данных и специализированные библиотеки (13 записей)
- Справочные физические данные (4 записи)
- Компьютерные коды (36 записей)
- Ведущие научные центры в области ядерно-физических данных (3 записи)
- Устройства детектирования и описание экспериментов (20 записей)
- Радиационная защита и топливный цикл (102 записи)
- Новости физических данных (25 записей)
- Научные публикации (21 запись)

Наличие надежных атомных и ядерных данных является ключевым фактором успеха для целого ряда применений, включая проектирование и эксплуатацию атомных электростанций, обращение с ядерными отходами, производство и использование радиоизотопов, медицинскую дозиметрию и диагностику, разработку и применение лазеров и ускорителей, исследования термоядерной энергии, мониторинг окружающей среды, плазменную обработку, контроль материалов и ядерные гарантии.